

Cristiano Vergani  
Responsabile R & S  
Deparia Engineering S.r.l.  
Email: [cristiano.vergani@deparia.com](mailto:cristiano.vergani@deparia.com)

## **La qualità dell'aria nelle scuole**

*Negli ultimi anni, gli investimenti per l'istruzione pubblica hanno subito una notevole diminuzione, determinando pesanti conseguenze, tra l'altro, sul livello di comfort ambientale, un aspetto a torto ritenuto di secondaria importanza. In realtà, un cattivo ambiente può compromettere seriamente la salute degli alunni e degli insegnanti che trascorrono gran parte del loro tempo in aule soffocanti.*

Di questi tempi, si potrebbe pensare che, al di là della qualità dell'aria, ben altri problemi possano affliggere il nostro sistema scolastico. Questo è senz'altro vero ma, purtroppo, anche le cattive condizioni ambientali possono concorrere a peggiorare il "clima" delle scuole italiane. Come ben sappiamo, una scadente qualità dell'aria influisce tangibilmente sul benessere degli occupanti: malattie respiratorie, stress, assenteismo, scarso rendimento sono i sintomi di una sindrome da edificio malato che può colpire indiscriminatamente tutti coloro che trascorrono una parte importante della propria giornata all'interno delle strutture, in buona parte degradate, che costituiscono il patrimonio edilizio dedicato all'istruzione nel nostro Paese. Un recente rapporto di Legambiente (Ecosistema Scuola 2003, dossier sullo stato di salute degli edifici scolastici), offre una fotografia abbastanza inquietante del problema. Infatti, circa il 22% degli edifici scolastici italiani necessita di interventi urgenti di manutenzione: inoltre, la maggioranza di essi sorge nelle vicinanze di una fonte importante di inquinanti ambientali (grandi vie di comunicazione, zone industriali, depositi di carburante ecc.). Senza contare tutti i casi di comprovata contaminazione da amianto e da radon, sempre in attesa di una bonifica dal futuro incerto.

Molte aule sono ospitate in edifici di interesse storico, restaurati e ben tenuti: in alcuni casi, invece, ci si trova in presenza di costruzioni umide e fatiscenti.

Anche le scuole realizzate in tempi relativamente recenti possono soffrire di gravi problemi legati allo stato generale delle strutture (infiltrazioni d'acqua, proliferazione di muffe e batteri). Molti impianti tecnici sono malfunzionanti per carenza di manutenzione, oppure devono scontare le conseguenze di una realizzazione affrettata o di un dimensionamento approssimativo. Nella maggior parte dei casi, la ventilazione degli ambienti scolastici rappresenta un aspetto gravemente trascurato, nonostante uno stato di cattiva qualità dell'aria sia lamentato da molti soggetti. Ancora oggi, il metodo di ventilazione maggiormente applicato, consiste nell'aprire le finestre quando viene raggiunta la soglia di massima sopportazione sensoriale. Agendo in questo modo, è facile immaginare quali possano essere le conseguenze sulla salute di soggetti sensibili quali bambini e adolescenti: non a caso, le statistiche relative all'incremento di fenomeni allergici ed asmatici nell'età scolare indicano un progressivo e grave incremento.

In altri Paesi, dove il problema è probabilmente considerato in base alla sua reale gravità, la qualità dell'aria interna nelle scuole è diventata una priorità da soddisfare attraverso un ampio spiegamento di mezzi. In particolare, negli Stati Uniti, dove comunque le situazioni di degrado ambientale nelle scuole sono molto diffuse, si assiste in questi anni ad una fortissima azione di intervento e prevenzione, con un misto di azioni coordinate, che vanno da azioni capillari di informazione e propaganda, fino all'istituzione di pubblici riconoscimenti per le scuole più impegnate nel conseguimento di miglioramenti tangibili. L'Environment Protection Agency (EPA), con l'ausilio delle principali associazioni a tutela della salute dell'infanzia, fornisce alle scuole statunitensi un supporto molto esteso per sostenere interventi di ristrutturazione e di risanamento ambientale, basati anche su un rinnovamento delle tecniche di gestione e manutenzione di ambienti ed impianti.

In Italia, d'altra parte, sono state intraprese numerose iniziative al fine di sensibilizzare il personale tecnico – amministrativo e docente, senza peraltro riuscire a incidere più di tanto sulla realtà del problema. Inoltre, sono stati fatti grandi progressi nella conoscenza e nella sensibilità a questo tema anche tra i

genitori, che, in certi casi, cominciano ad interessarsi concretamente alle possibili conseguenze sulla salute e sull'apprendimento derivanti da un ambiente interno degradato. Per questo motivo, quando ci si trova a dover scegliere la scuola più adatta per iscriverci i propri figli, ora più di un tempo, si tende a prestare maggiore attenzione allo stato dell'edificio e degli impianti, dei servizi igienici, della luminosità e dell'accoglienza degli ambienti.

Gli edifici scolastici sono stati realizzati secondo tipologie molto differenti tra loro: la maggioranza risale ad un arco temporale che si estende dagli anni '50 agli anni '80, strutturati su uno o più piani, con soluzioni diverse per copertura, infissi, isolamento termico. Gli impianti di riscaldamento sono invece più o meno riconducibili ad un progetto comune, caratterizzato da caldaia centralizzata, dotata di bruciatore a gasolio o a metano, con impianto di distribuzione del calore ad acqua pressurizzata, radiatori in ghisa nelle aule ed aerotermi nelle palestre e nelle mense. La regolazione della temperatura è in genere priva di termostati a zona. Il dimensionamento è spesso sovrabbondante, di conseguenza, in inverno possono riscontrare condizioni di temperatura eccessiva, un fattore altamente peggiorativo del comfort ambientale. La situazione dovrebbe essere in molti casi ricondotta alla normalità, ricalcolando il corretto fabbisogno energetico secondo le procedure previste dalle norme UNI 7357 e 10344: in questo modo, tra l'altro, si potrebbe conseguire un risparmio energetico non trascurabile. A questo proposito, la Legge 10/91 permette di equiparare il risparmio energetico ai vantaggi dell'adozione di energie alternative, in quanto si tratta di recuperi permanenti: risultati importanti si possono raggiungere attraverso l'adozione di infissi a doppi vetri, dotati di adeguati valli termici, oppure con la coibentazione delle coperture con manti isolanti. Proprio l'adozione acritica di queste misure, pur con intenti lodevoli, ha portato in qualche caso ad un netto peggioramento della qualità dell'aria interna: l'eliminazione totale delle infiltrazioni d'aria e la scelta di materiali coibentanti caratterizzati da emissioni nocive, hanno determinato un netto innalzamento nelle concentrazioni di sostanze inquinanti. In condizioni particolari, questo incremento può raggiungere livelli decisamente pericolosi, ad esempio nelle

scuole materne, dove si utilizzano grandi quantità di detersivi, spesso contenenti additivi costituiti da sostanze aromatiche fortemente allergeniche, oppure nelle aule destinate ad attività artistiche o tecniche, dove vengono frequentemente conservate in modo improprio scorte di prodotti tossici (vernici, solventi, colle).

Lo stato dell'inquinamento interno deve essere valutato attentamente, in base al rapporto tra fonti di sostanze inquinanti e fonti di aria esterna di diluizione: è significativo notare come gli impianti di ventilazione forzata siano rarissimi nella nostra realtà, quindi, specialmente nelle scuole realizzate dopo la legge 376 del '76, il primo dispositivo emanato per contenere il dispendio energetico, la ventilazione naturale è stata ridotta ai minimi termini o è di fatto inesistente oppure solo episodica (la solita apertura delle finestre tra una lezione e l'altra). Per motivi vari, ma soprattutto per la miopia dei progettisti e degli amministratori locali, in quel periodo si tenne conto del risparmio energetico, ma non dei requisiti di ventilazione, pur previsti dal decreto ministeriale del 18/12/75 (Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica), che indicava delle quote minime di ricambio in base al volume del locale (2,5 volumi/ora nella scuola elementare, 3,5 e 5 rispettivamente nelle scuole medie inferiori e superiori). In seguito, è intervenuta la norma UNI 10339, parimenti colpevolmente disattesa, che ha introdotto invece, più correttamente, un ricambio in base alle persone ospitate (18, 21 e 24 m<sup>3</sup>/h per persona, sempre differenziando tra scuole elementari, medie inferiori e superiori). Tra l'altro, utilizzando gli indici di affollamento massimi previsti dal DM del '75 e il ricambio previsto della UNI 10339, si sarebbe potuto anche incrementare il ricambio complessivo riservato alle scuole elementari e medie inferiori, sbilanciati per difetto rispetto alle scuole superiori. La scarsa attenzione alle necessità di ricambio dell'aria, oltre all'incremento notevole della concentrazione degli inquinanti costituiti da sostanze organiche volatili provenienti dalle fonti materiali (arredi, prodotti di consumo e detersivi), ha determinato un innalzamento notevole nella presenza di bioeffluenti, cioè l'anidride carbonica e le altre sostanze rilasciate in ambiente dai corpi degli occupanti: poiché ogni persona produce circa 19 litri/ora di anidride carbonica, è intuitivo aspettarsi un livello di concentrazione

pericolosamente alto, come è stato puntualmente riscontrato in tutte le campagne di valutazione della qualità dell'aria che si sono succedute negli ultimi anni. Sono ampiamente note le conseguenze che un alto livello di anidride carbonica è in grado di comportare, non solo sul comfort, ma anche sul livello di attenzione e sul potere di concentrazione a livello del sistema nervoso centrale; da questo si può comprendere l'importanza di un corretto livello di ventilazione nelle aule scolastiche, qualora non fosse sufficientemente chiaro il rischio per la salute. Immaginiamo inoltre come possa essere disagiata, per un alunno o un insegnante sofferente di asma o di allergie respiratorie, resistere a lungo in una atmosfera viziata e nociva fino alla sospirata apertura delle finestre, sempre che l'operazione sia possibile da effettuarsi (sembra incredibile, ma in alcune scuole gli infissi sono così malridotti da risultare impossibili da aprire o apribili con grave rischio per l'incolumità delle persone). Sarebbe appena il caso di rimarcare, inoltre, come il fumo di tabacco debba essere totalmente escluso da ambienti del genere: purtroppo, nonostante il fumo sia proibito in tutte le scuole di ogni ordine e grado, è ampiamente noto come tale divieto sia spesso disatteso in assenza di controlli efficaci.

Nel prossimo futuro, il nostro Paese dovrà adeguarsi, per quanto riguarda la ventilazione degli ambienti civili, alla normativa europea, in particolare alla norma EN 13779, che indica i requisiti impiantistici necessari per garantire determinati livelli di qualità dell'aria interna. Potrebbe essere una buona occasione per rimettere mano almeno ai casi di manchevolezza più eclatante: l'esperienza ci suggerisce un deciso pessimismo in merito, a meno che, ed è una speranza con qualche fondamento, possa aumentare, nei lavoratori, negli insegnanti e negli utenti della scuola, la consapevolezza delle gravi conseguenze causate da una scarsa qualità dell'aria e, di conseguenza, aumenti la pressione sulle autorità preposte perché siano adottati tutti i provvedimenti necessari. Nell'attesa, ci si dovrà accontentare delle indicazioni contenute nei Regolamenti locali di igiene edilizia, il principale riferimento sul territorio in merito di salubrità degli ambienti, con la sola indicazione dell'essenziale rapporto aero-illuminante tra finestre e superficie degli ambienti.

In tema di politiche sulla qualità dell'aria, un sostegno importante può essere considerato il documento "Linee guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati", pubblicato dalla Conferenza Stato-Regioni il 27/09/2002, nato da un accordo tra Ministero della salute, regioni e province autonome, allo scopo di ribadire l'impegno delle istituzioni nel promuovere il miglioramento delle condizioni ambientali degli edifici. Nello spirito indicato da queste linee guida, si può inquadrare l'importante azione di supporto che potrebbe fornire l'APAT, l'Agenzia Per la Protezione dell'Ambiente e per i servizi Tecnici che, attraverso iniziative mirate al problema qualità dell'aria interna, cerca di offrire dei riferimenti utili agli utenti e agli operatori interessati all'argomento. Un primo esempio è rappresentato dal sito <http://www.sinanet.apat.it/INDOOR/scuola.asp>, nato per fornire le indicazioni di base per comprendere la gravità dell'inquinamento indoor nella scuola e, per quanto possibile, prevenirlo. In ogni caso, siamo ancora lontani dall'aver messo in campo tutte le iniziative che servirebbero veramente per ottenere dei risultati significativi.

«Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati»

...

#### 5.1.1 prevenzione ambientale nelle scuole

Negli edifici scolastici molti bambini trascorrono obbligatoriamente da 4 a 8 ore al giorno, per almeno 10 anni. La scuola è anche un luogo di lavoro: in Italia si stima che il 15% della popolazione, circa 10.000.000 persone, fra alunni e docenti, studi o lavori ogni giorno in circa 32.000 edifici scolastici. I bambini sono più sensibili all'effetto degli inquinanti rispetto agli adulti e, come è noto, le prime età della vita sono le più importanti per lo sviluppo di sensibilizzazione allergica, pertanto la qualità dell'aria nelle scuole anche relativamente a quest'aspetto, appare di primaria importanza per la sanità pubblica. Gli studi fino ad ora effettuati dimostrano che gli edifici scolastici presentano frequentemente gravi problemi igienico-sanitari, a causa della cattiva qualità delle costruzioni e della manutenzione e problemi collegati al cattivo condizionamento dell'aria. Spesso si riscontrano alti livelli di VOC, di allergeni e di muffe. I plessi costruiti con tecniche prefabbricate dopo gli anni '60 presentano, inoltre, diversi rischi attribuibili a isolamento e inerzia termica inadeguati (ponti termici, umidità da condensa) ed alla scarsa tenuta all'aria e all'acqua (infiltrazioni d'acqua, muffe) ed alla presenza di radon. Per quanto riguarda il radon, indagini effettuate in oltre 2.000 scuole materne ed elementari di sei regioni italiane hanno messo in evidenza che in questa tipologia di edifici si riscontrano livelli equivalenti o superiori a quelli delle abitazioni, in quanto generalmente tali edifici scolastici si estendono principalmente al piano terra, che è più vicino alla principale sorgente del radon, che è appunto il terreno sottostante. Principali linee d'intervento Per tutti questi motivi è necessario definire i criteri per regolamentare l'edilizia scolastica, in termini di progettazione, costruzione, materiali di arredo; elaborare raccomandazioni specifiche o linee guida per il controllo dell'aria interna; promuovere e sostenere iniziative di ricerca, campagne di informazione e sensibilizzazione rivolte agli studenti, alle famiglie, al personale scolastico, alle istituzioni, alle società scientifiche e all'opinione pubblica; nonché promuovere la formazione di studenti, insegnanti, presidi ed altri lavoratori della scuola. Si rimanda, infine, ad un apposito ed urgente intervento legislativo l'attuazione di una normativa specifica per il radon nelle scuole, più protettiva.

Doc. 601S27SE.000 di Origine Nazionale emanato/a da : Conferenza Permanente per i rapporti tra lo Stato le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano e pubblicato/a su : Gazz. Uff. Suppl. Ordin. n° 276 del 27/11/2001



**Figura 1**

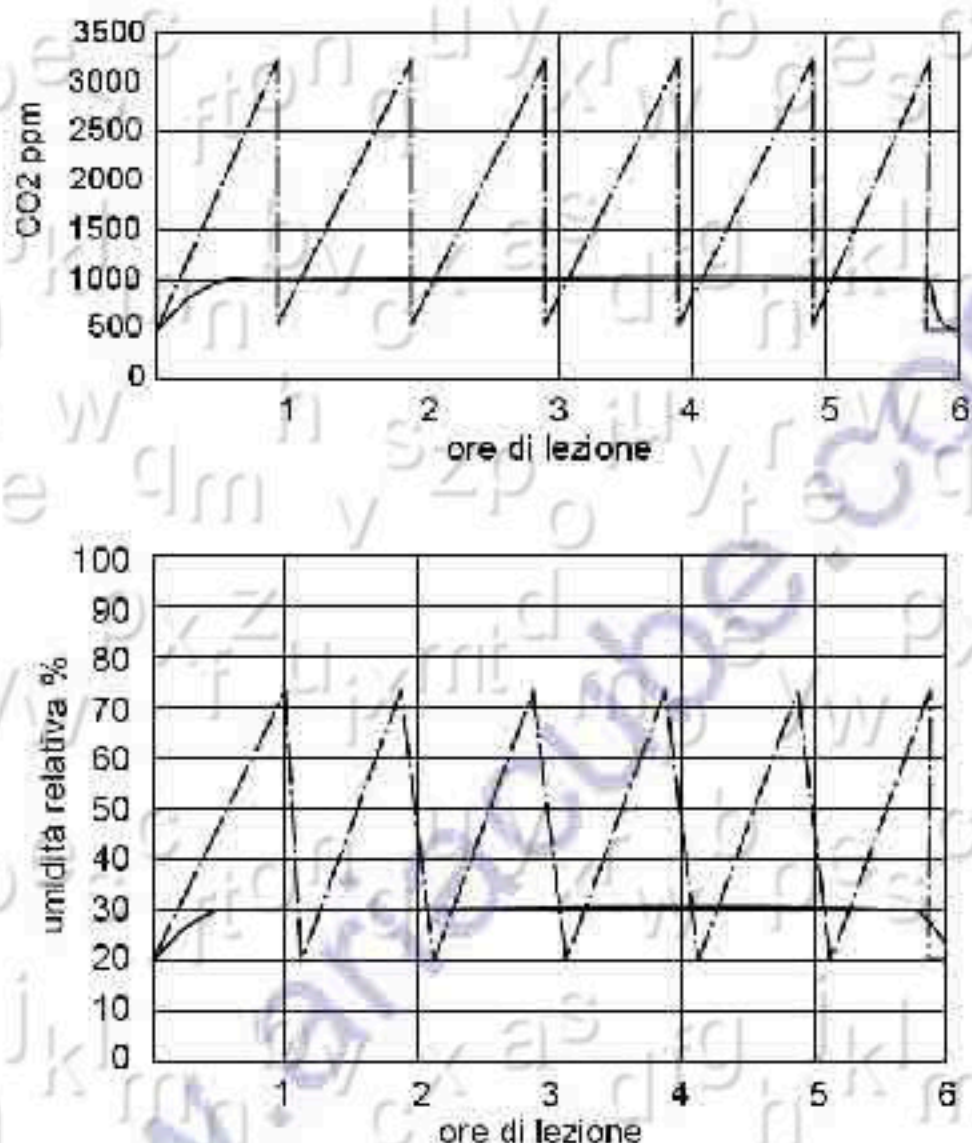
I bambini hanno il diritto di studiare in un ambiente accogliente e confortevole, anche quando costretti tra quattro mura: la luce solare e l'aria pulita devono entrare il più possibile anche all'interno delle aule, in ideale continuità con gli spazi destinati al gioco e allo svago.





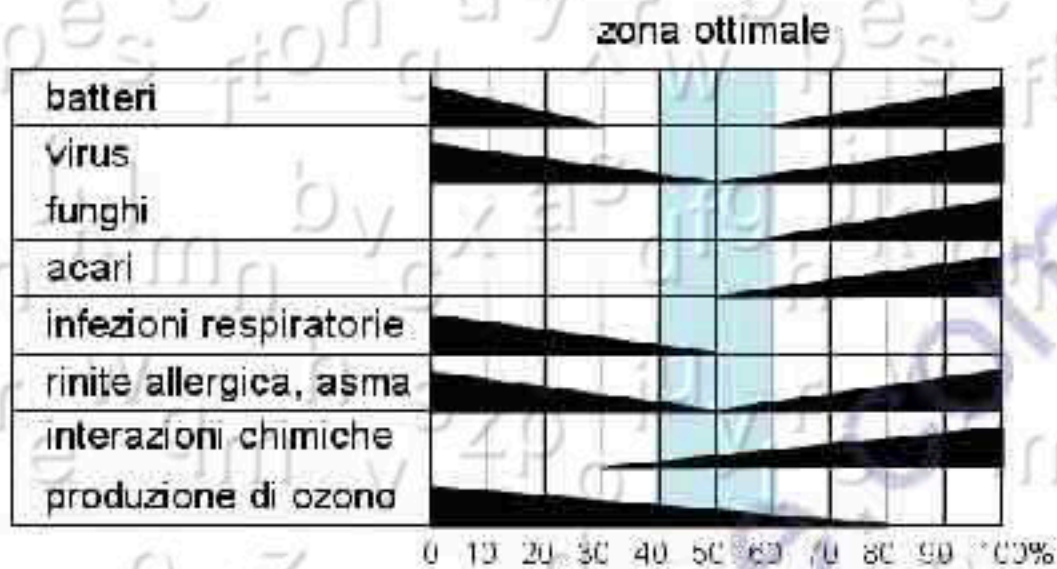
**Figura 2**

Alcune scuole si trovano in condizioni di degrado tali da rendere problematica persino la ventilazione attuata con la semplice apertura delle finestre. In molti casi le coperture sono danneggiate e lasciano filtrare l'acqua piovana. Alcuni edifici sono contaminati da residui di amianto o da infiltrazioni di gas radon dal sottosuolo: necessiterebbero quindi di interventi urgenti di bonifica, quasi sempre rimandati per la mancanza dei fondi necessari.



**Figura 3**

In questi grafici possiamo notare, a confronto, le variazioni di concentrazione di anidride carbonica e dell'umidità relativa all'interno di un'aula scolastica affollata, in presenza di un impianto di ventilazione meccanica controllata secondo UNI 10339 (linea continua) oppure con ventilazione limitata all'apertura delle finestre tra un'ora e l'altra di lezione (linea tratteggiata): è evidente che, in assenza di ventilazione forzata, la concentrazione di CO<sub>2</sub> può raggiungere livelli inaccettabili (oltre i 1000 ppm), mentre l'umidità relativa, pur mostrando un valore medio tollerabile, si mantiene per lunghi periodi su livelli elevati, tali da favorire lo sviluppo di acari, muffe e batteri. In definitiva, aprire le finestre tra una lezione e l'altra consentirà agli occupanti di sopravvivere ma, la qualità dell'aria interna durante le lezioni sarà pessima, tale da compromettere seriamente il benessere ambientale, a tutto detrimento della salute fisica e del rendimento scolastico.



**Figura 4**

Il mancato controllo dei valori di umidità relativa negli ambienti, può facilmente comportare pesanti ricadute sul livello di salubrità dell'aria, aggravando i fattori di rischio in soggetti particolarmente sensibili come i bambini in età scolare, esponendoli al pericolo di contrarre malattie respiratorie e scatenando reazioni allergiche dovute ad allergeni biologici (muffe, batteri, acari) e di sintesi (sostanze chimiche).



**Figura 5**

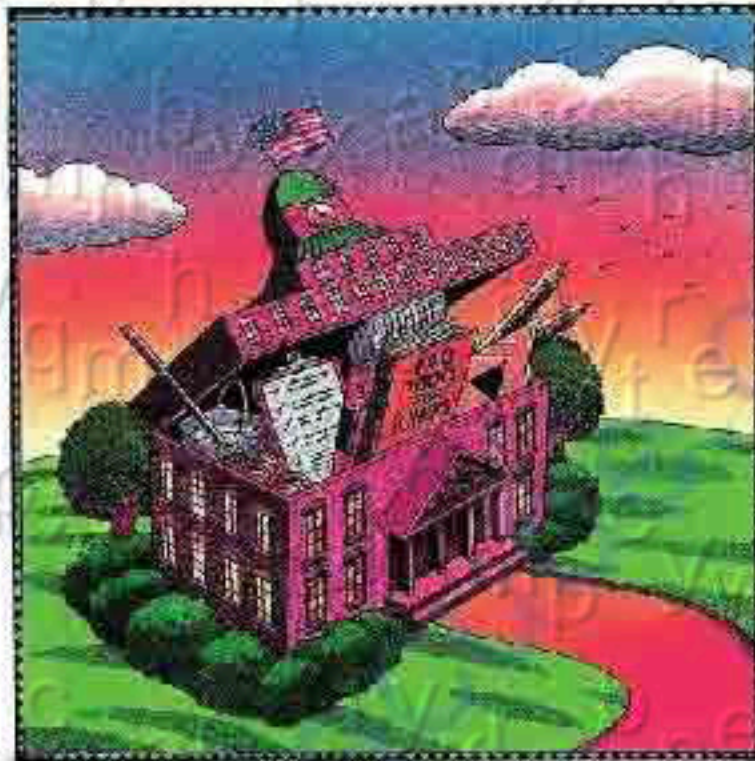
In condizioni di eccessiva umidità, le muffe colonizzano velocemente tutte le superfici che offrono un minimo di substrato adatto ad ospitarle: legno, carta e tessuti sono l'ideale ma, anche i rivestimenti in plastica, se ricoperti di un velo di sporcizia, possono ospitare delle colonie. Le spore di alcune specie possiedono un elevatissimo potere allergenico. Le conseguenze di una prolungata inalazione delle spore si estendono dagli effetti immediati, come attacchi di asma e rinite, fino ad uno stato permanente di danno polmonare grave (alveolite allergica).



**Figura 6**

Le aule provvisorie, allestite in occasione di eventi straordinari come le calamità naturali, presentano numerosi problemi di qualità dell'aria, dovuti ai materiali impiegati (tessuti gommati, pannelli in truciolare), al sovraffollamento, alla scarsa ventilazione e alla formazione di grandi quantità di condensa sulle superfici interne.

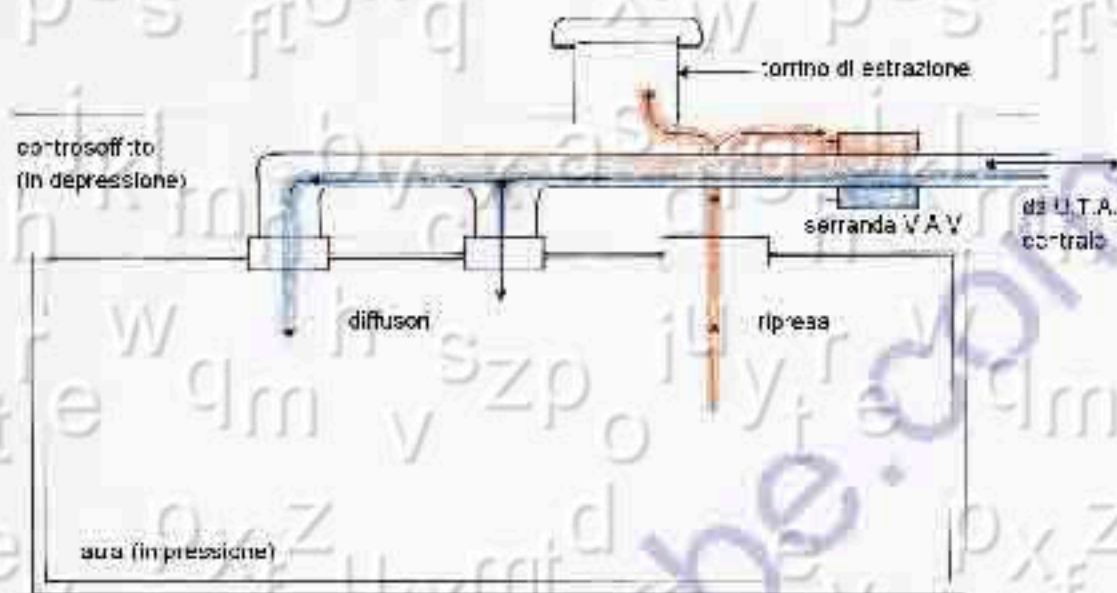
# Indoor Air Quality



## Tools For Schools

**Figura 7**

L'Environment Protection Agency ha organizzato una massiccia campagna per migliorare la qualità dell'aria nelle scuole negli Stati Uniti, articolata su più fronti: un sito Internet molto dettagliato ma, allo stesso tempo, perfettamente fruibile anche da non esperti, è stato messo a disposizione per illustrare i termini del problema, accompagnato dalla realizzazione di un "kit" di strumenti pratici (Tools For Schools) composto da manuali, videocassette, questionari di valutazione, schemi di intervento, ottenibile gratuitamente a richiesta delle scuole interessate. E' possibile anche richiedere la visita di un esperto E.P.A. per valutare il livello di qualità dell'aria e l'entità degli interventi da effettuare. Con gli opportuni adattamenti, questo programma potrebbe rappresentare un buon modello da seguire anche nella nostra realtà.



**Figura 8**

Un esempio di progetto per un impianto di trattamento aria, di semplice realizzazione, utilizzabile nelle scuole costruite su un solo piano. L'aria trattata da una unità centrale viene diffusa attraverso delle condotte nelle varie aule, che si vengono quindi a trovare in sovrappressione, mentre l'aria di ripresa viene aspirata nel controsoffitto, messo in depressione da un torino, ed espulsa all'esterno. Una serranda motorizzata permette di regolare la portata e di operare un parziale ricircolo, in base al livello desiderato di qualità dell'aria. Il funzionamento può essere ottimizzato per mezzo di un sensore ambientale di anidride carbonica, in modo da ottenere un livello di ricambio proporzionale all'affollamento dell'aula, evitando inutili sprechi nelle ore "buche".